**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΜΑΘΗΜΑ: Υδραυλική**

**ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ: Επ. Καθηγητής Μ. Σπηλιώτης**

**Ακ. Έτος 2018-19 : εξετάσεις Σεπτεμβρίου Διάρκεια συνολικής εξέτασης: ώρες 3:00**

**Μέγιστο σύνολο: 10**

**Θέμα 1 [2/10]**

**Δίνεται στην παρακάτω διάταξη ότι το συζηγές βάθος y1 = 0.41 m3/s είναι .**

**Να προσδιοριστεί το συζηγές βάθος y2 θεωρώντας ορθογωνική διατομή από σκυρόδεμα πλάτους b = 7m που μεταφέρει παροχή Q = 32 m3/s.**

**Aν κατάντη ισχύει ομοιόμορφη υποκρίσιμη ροή με βάθος ροής yn = 2.95 m, να προσδιοριστεί το βάθος Δz? Η κλίση της ράμπας είναι ήπια ώστε να θεωρηθούν αμελητέες απώλειες ενέργειας κατά μήκος.**

**Nα γίνει σκαρίφημα της γραμμής ενέργειας αν κατά προσέγγιση όλες οι απώλειες ενέργειας στα μεταβατικά τμήματα είναι αμελητές με δεδομένο της κατάλληλης επιλογής λίσσεων.**

y3

y2

**Δz**

y1

**Θέμα 3 [4/10]**

**Ανοικτός αγωγός µε σταθερή ορθογωνική διατοµή b =3.4 m, µεγάλων κατά τµήµα µηκών, χαράσσεται µε ενιαία κλίση πυθµένα S0 = 0.0041. Το ανάντη τµήµα χαράσσεται σε βράχο (n = 0.030), ενώ το επόµενο τµήµα όπου το έδαφος δεν είναι ανθεκτικό, επενδύεται µε σκυρόδεµα (n = 0.014). Να διερευνηθεί ποιοτικά και να δοθεί σε σκαρίφηµα η µορφή της ελεύθερης επιφάνειας για παροχή Q = 15.9 m3/s. Διαφοροποιείται στις δύο διατομές το κρίσιμο βάθος? Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το κρίσιμο βάθος?**

 n1

 **n2**

**Θέμα 4 [4.5/10]**

**Σύστημα αγωγών σε σειρά μεταξύ δύο δεξαμενών έχει την παρακάτω διάταξη. Αγωγός μήκους L1 = 4150 m, από χαλυβοσωλήνα (εσωτερικής) διαμέτρου D1 = 250mm και ισοδύναμης τραχύτητας k1 = 1 mm συνδεδεμένος σε σειρά με παλιό χαλυβοσωλήνα D2 = 200mm, ισοδύναμης τραχύτητας k2 = 2 mm και μήκους L2 = 1650 m, μεταφέρει νερό μεταξύ δύο δεξαμενών με μέση υψομετρική διαφορά στις στάθμες της ελεύθερης επιφάνειας Δz = 48.5 m. Ζητείται:**

1. **Η παροχή μεταξύ των δύο δεξαμενών (2)**

(5.1)

**Δz**

B

A

*Σχ.4. Εκφώνηση σχήματος 4, Σύστημα σωληνώσεων σε σειρά μεταξύ δύο δεξαμενών*

1. **Στο περισσότερο ρεαλιστικό επόμενο σχήμα 5, που αναπαριστά ένα τμήμα του δικτύου για την περίπτωση 4.Ι (να θωρηθεί η ίδια παροχή με το πρόβλημα 4.Ι ) να προσδιοριστεί το ύψος πίεσης αν το σημείο Γ απέχει L = 1200m από τη δεξαμενή Α ? Η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας της δεξαμενής Α είναι + 80 asl, ενώ στο εξεταζόμενο σημείο ο άξονας του αγωγού είναι τοποθετημένος + 58 asl.**

**Γιατί γίνεται ο έλεγχος σπηλαίωσης και σε ποια σημεία θα γίνει, ποια είναι η συνθήκη? (1)**

**Η πίεση (1) αυξάνει (2) μειώνεται (3) εξαρτάται από.... κατάντη? (0.5)**

A

zA = +80 asl

zΓ = +58 asl

L = 1200

z = +0 asl

*Σχ.5. Εκφώνηση σχήματος 4.ΙΙ, ρεαλιστικότερη απεικόνιση, υπολογισμός του ύψους πίεσης στο Γ*

1. **Eαν τοποθετηθεί αντλία στον αγωγό (1) πόση θα πρέπει να είναι η απαιτούμενη ισχύς τα αντλίας για αύξηση της παροχής κατά 15%? (1)**
2. **Εάν σε όλο το μήκος υπήρξε μία διάμετρος με D = 200mm θα υπήρξε μεγαλύτερη ή μικρότερη παροχή? (0.25, θεωρητική απάντηση, αιτιολόγηση)(0.5)**

**Θέμα 5 [2.00/10]**

**Στην παρακάτω διάταξη ορθογωνικής διατομής b = 0.25 m, το κρίσιμο βάθος εμφανίζεται στη θέση (2) yc= 0.15 m (στην αιχμή του αναβαθμού) (Δz = 0.15 m).**

* **Nα προσδιοριστεί η ειδική παροχή *q*:**
* **Να προσδιοριστούν τα βάθη ροής στις θέσεις (1) και (3), (ανάντη και κατάντη του αναβαθμού) σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα. Να εξηγηθεί η μεταβολή των βαθών ροής στο διάγραμμα της *ειδικής ενέργειας- βάθους ροής.***
* **Να δειχτεί ότι το παρακάτω σχήμα με τα βάθη ροής είναι συμβατό με την εξίσωση της ενέργειας (0.50 επιπρόσθετες).**

yc

0.25 m

**Δz = 0.15 m**

**Θέμα 6 [2.50/10]**

**Σε διώρυγα ορθογωνικής διατομής πλάτους b=10 m και σταθερή κλίση S0=0.00082, με επένδυση διώρυγας από σκυρόδεμα (n = 0.015 s/m1/3) κατάντη υπάρχει εμπόδιο, ώστε ακριβώς ανάντη του εμποδίου το βάθος ροής είναι y2= 5.00m. Aνάντη σε σημαντικό μήκος πριν, υπάρχει ομοιόμορφη ροή σύμφωνα με το σχήμα (y1= βάθος ομοιόμορφης ροής). Η παροχή της διώρυγας είναι 125 m3/s.**

* **Nα προσδιοριστούν το βάθος ομοιόμορφης ροής καθώς και να γίνει εκτίμηση του μήκους *L* μεταξύ των δύο βαθών ροής του σχήματος.**
* **Nα προσδιοριστεί το είδος προφίλ της ελευθέρας επιφανείας (κατατομή νερού).**
* **Κατά τους υπολογισμούς του μήκους *L* που χρησιμοποιήσατε την εξίσωση του Manning και με ποια τροποποίηση σε σχέση με την ομοιόμορφη ροή?**

ροή

L

**y2= 5.00 m**

**Θέμα 7 [2.50/10]**

**Aγωγός ορθογωνικής διατομής μεγάλου μήκους, πλάτους 6.2 m με συντελεστή Manning n = 0.015 s/m1/3 ρέει από μία δεξαμενή της οποίας η στάθμη του νερού είναι Η = 3.50 m πάνω από την στάθμη του πυθμένα του αγωγού στο σημείο σύνδεσης τους, Α. Να προσδιοριστεί:**

* **Η κρίσιμη κλίση και η αντίστοιχη παροχή (θεωρώντας αμελητέες τοπικές απώλειες στο Α)**
* **H παροχή αν η κλίση του πυθμένα του αγωγού είναι: S0 =0.01**
* **Με βάση τη διαφορική μορφή της εξίσωσης της ενέργειας και το ανάγλυφο του σχήματος, να τεκμηριωθεί η λύση (προαιρετικό)**



S0

**Θέμα 8 [3.00/10]**

**Στο παρακάτω σύστημα σωληνώσεων ζητείται:**

* **το ύψος της γραμμής ενέργειας στο *Κ***
* **οι παροχές των αγωγών.**
* **να γίνει απλό σκαρίφημα της γραμμής ενέργειας.**

**Θεωρείστε αμελητέες τις τοπικές απώλειες (εφόσον αυτές συμπεριλαμβάνονται από τη θεώρηση της ισοδύναμης τραχύτητας). Θεωρείστε ότι στο σύστημα κλειστών αγωγών υπό πίεση και με βάση το εύρος της ταχύτητας, ότι η πιεζομετρική γραμμή ταυτίζεται με τη γραμμή ενέργειας. Δίνεται ισοδύναμη τραχύτητα k = 1.0 mm και κινηματική συνεκτικότητα νερού ν = 10-6  m2/s.**

**180 asl**

**A**

**100 asl**

  **C**

**?**

 **Κ**

 **130 asl**

 **Β**

**85 asl**

 **D**

**Οι στάθμες των ελευθέρων επιφανειών νερού στις δεξαμενές θεωρούνται σταθερές και έχουν σημειωθεί στο παραπάνω σχήμα.**

***Περιγραφή αγωγών θέματος 4***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aγωγός** | **Μήκος (m)** | **(Εσωτερική) Διάμετρος (mm)** |
| **AΚ** | **10000** | **450** |
| **BΚ** | **6000** | **250** |
| **CΚ** | **3300** | **250** |
| **DΚ** | **3220** | **350** |

**Ερώτηση κρίσεως: Αν η παροχή σε ένα κλάδο μπορούσε να μετρηθεί, πως θα επιλύατε την άσκηση και σε μία πραγματική περίπτωση το συμπεράσματα θα μπορούσατε.**

**Θέμα 9 [2.00 /10]**

**Δίνεται ένα απλουστευτικό σχήμα υδροδυναμικής εγκατάστασης για τον αγωγό πτώσης μεταξύ δύο δεξαμενών, Α και Β. Η μέση υψομετρική διαφορά για τις στάθμες του νερού στο Α και Β είναι + 70 m. H μέση παροχή είναι Q = 100 m3/s. Nα ληφθεί ισοδύναμη τραχύτητα k = 0.1 mm. Να ληφθούν υπόψη οι τοπικές απώλειες στο σημείο Κ λόγω στροφής ( Κ =0.1) και είσοδο αγωγού από δεξαμενή και στην έξοδο. Το συνολικό μήκος του αγωγού είναι 90 m. Nα ληφθεί διάμετρος D = 8 m.**

* **Nα προσδιοριστεί το ύψος υδροστροβίλου και η αποδιδόμενη ισχύς για συντελεστή απόδοσης n = 85%.**
* **Aν o υδροστρόβιλος, είναι τοποθετημένος 70 m βαθύτερα της στάθμης της ε.ε. (Y) στην ανάντη δεξαμενή Α, να προσδιοριστεί το ύψος πίεσης πριν και μετά τον υδροστρόβιλο.**
* **Αν μειωθεί η διάμετρος του αγωγού πτώσης θα υπάρξει οικονομία ή εξαρτάται από…?**

A

B

K

 70 m

**35 m**

**40 m**

**Θέμα 10 [0.50/10]**

**Στο παρακάτω σχήμα δίνεται προσεγγιστικά και απλουστευτικά, η γραμμή ενέργειας ενός δικτύου διανομής σε ένα οικισμό για κάποια υδραυλική διαδρομή. Θεωρώντας αμελητέα την κινητική ενέργεια σε σχέση με τους άλλους ενεργειακούς όρους:**

* **Να παρασταθεί στο παρακάτω σκαρίφημα το ύψος πίεσης σε κάποιες θέσεις.**
* **Το ύψος πίεσης μειώνεται ακολουθώντας τη διαδρομή του νερού? Υπάρχει κάποια γενική απάντηση ανεξάρτητα από το μελετώμενο παράδειγμα?**
* **Ποιο το σημείο εκείνο για το οποίο θα πρέπει να γίνει έλεγχος για την ελάχιστη πίεση, και πιο για μέγιστη πίεση ώστε να εξυπηρετηθεί ο οικισμός?**

Γ.Ε.

**οικισμός**

**Θέμα 11 [0.50 /10]**

**Έστω δύο αγωγοί (1) και (2) που είναι συνδεδεμένοι παράλληλα όπως στο επόμενο σχήμα με αρχή το Α και πέρας το Β.**

1. **Να διατυπωθεί η σχέση που ισχύει για τις απώλειες ενέργειας μεταξύ του αγωγού (1) και του αγωγού (2) στη γενική περίπτωση.**

**Αν η συνολική παροχή είναι 30 L/s, τα μήκη είναι ίσα στους αγωγούς (1) και (2) και αν θεωρηθεί για μία πρώτη προσέγγιση συντελεστής τριβής f1 = f2 = f = 0.02 να προσδιοριστεί η κατανομή των παροχών, δηλαδή η παροχή στους αγωγούς (1) και (2) αν *D1 = 2·D2* Να αγνοηθούν οι τοπικές απώλειες ενέργειας. Θέμα 11 Θέμα 11 [0.50 /10]**

Α

Β

**(1 ) L, D1, f**

**(2) L, D2, f**

**30 L/s**

**Θέμα 12 [2.50 /10]**

**Να γίνει εκτίμηση της παροχής ομοιόμορφης ροής ενός αγωγού σύνθετης τραπεζοειδούς διατομής όταν ο συντελεστής κατά Manning είναι n1=0.028 s/m1/3 για την κύρια κοίτη και n2=0.075 s/m1/3 για την κοίτη πλημμυρών. Δίνεται κλίση πυθμένα S0 = 0.0008 (οι διαστάσεις του σχήματος σε μέτρα). Πρόκειται για μία αδιαφιλονίκητη εκτίμηση για την παροχή? Να προσδιοριστεί ο συντελεστής διόρθωσης κινητικής ενέργειας, *α* για τη διατομή (έως 0.5/2.5).**

 1.8m

1.7 m

3.1 m

1.2m

4 m

3m

5

2 m

1 m

κύρια κοίτη

**ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ**

**1. Ο ανοικτός αγωγός ορθογωνικής διατομής του σχήματος έχει ομοιόμορφη ροή και συντελεστή Manning n=0.014 s/m1/3. Αν η παροχή του νερού είναι 31 m3/s, να βρεθεί η κατά μήκος κλίση της διώρυγας (Οι διαστάσεις του σχήματος είναι σε μέτρα).**



**2. Ο ανοικτός αγωγός τραπεζοειδούς διατομής του σχήματος με συντελεστή Manning n=0015 s/m1/3 κλίση πρανών 1:1.5, πλάτος πυθμένα 2,90 m και επιμήκη κλίση S0=0.0004 μεταφέρει παροχή Q=5.1 m3/s.**

* **Να υπολογιστεί το βάθος ροής yn (Οι διαστάσεις του σχήματος είναι σε μέτρα). (Δοκιμές).**
* **Η ροή για αυτή την ομοιόμορφη ροή είναι κρίσιμη.**
* **Για την ίδια παροχή για ποια κλίση η ροή είναι κρίσιμη?**



**Θέμα 1 [1.5/10]**

**Ο ανοικτός αγωγός τραπεζοειδούς διατομής του σχήματος με συντελεστή Manning n=0.017 s/m1/3 κλίση πρανών 1:1,5, πλάτος πυθμένα 2.90 m μεταφέρει παροχή Q=6,2 m3/s.**

* **Αν το βάθος ροής yn είναι 2.1 m ποιά θα είναι η κλίση του πυθμένα ?**
* **Ποιό είναι το κρίσιμο βάθος? Το κρίσιμο βάθος εξαρτάται από το συντελεστή Manning?**
* **Να προσδιοριστεί επίσης αν η ροή είναι κρίσιμη, υποκρίσιμη ή υπερκρίσιμη για την περίπτωση αυτή.**



**4.** **Να γίνει εκτίμηση του εύρους της παροχής ομοιόμορφης ροής ενός αγωγού σύνθετης τραπεζοειδούς διατομής όταν ο συντελεστής κατά Manning είναι n=0,015 για την ελάσσονα κοίτη και n=0,08 για την κοίτη πλημμυρών. Δίνεται κλίση πυθμένα 0,0006 (οι διαστάσεις του σχήματος σε μέτρα).**



2.3m

3m

5.4m

**5) Να αποδείξετε ότι στην περίπτωση της διατομής με ενιαίο συντελεστή *n* είναι λάθος ο χωρισμός σε επιφάνειες.**

(Υπόδειξη: Αρκεί να πάρετε μία οποιαδήποτε π.χ. τραπεζοειδής διατομή "με νούμερα " με ενιαίο n να τη χωρίσετε σε σύνθετες διατομές και να συγκρίνεται με την παροχή της ενιαίας διατομής. Θα είναι διαφορετικό το αποτέλεσμα.)

**Θέμα 5 και παλιό θέμα εξετάσεων (4/10)**

**Αγωγός μήκους L = 5000 m, (εσωτερικής) διαμέτρου D = 200mm και τραχύτητας k =0.03mm μεταφέρει νερό μεταξύ δύο δεξαμενών με μέση υψομετρική διαφορά στις στάθμες της ελεύθερης επιφάνειας Δz = 52 m. Ζητείται:**

1. **Η παροχή μεταξύ των δύο δεξαμενών (1)**
2. **Να προσδιοριστεί η απαιτούμενη ισχύς αντλίας στην ίδια διάταξη (δηλαδή με αντλία, χωρίς βαλβίδα ολισθήσεως) για αύξηση της παροχής κατά 20% (1)**
3. **Να προσδιοριστεί το απαραίτητο μήκος σύνδεσης σε σειρά αγωγού D = 250mm και τραχύτητας k =0.03mm ώστε η παροχή να αυξηθεί κατά 20% (χωρίς αντλία). (1)**
4. **Να προσδιοριστεί το απαραίτητο μήκος παράλληλης σύνδεσης σε σειρά αγωγού D = 200mm και τραχύτητας k =0.03mm ώστε η παροχή να αυξηθεί κατά 20% (χωρίς αντλία). (1)**

1.α

1.β

**Δz**



1.γ

1.δ

**Δz**

x

x

**Θέμα 6 και παλιό θέμα εξετάσεων [0.25/10]**

**Να γίνει σκαρίφημα της γραμμής ενέργειας και της πιεζομετρικής γραμμής στην παρακάτω διάταξη με αντλία. Σε ποιο σημείο θα γίνει έλεγχος για σπηλαίωση?**